

Aus der Hals-Nasen-Ohrenklinik im Klinikum Steglitz
der Freien Universität Berlin
(Direktor: Professor Dr. med. D. Zühlke)

ZUM EINFLUSS DES VIGILANZNIVEAUS AUF DAS VERHÄLTNIS THERMISCHER REIZANTWORTEN

INAUGURAL - DISSERTATION

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Rosemarie Nickl-Leimig
aus Berlin

1984

Aus der Hals-Nasen-Ohrenklinik im Klinikum Steglitz
der Freien Universität Berlin
(Direktor: Professor Dr. med. D. Zühlke).

ZUM EINFLUß DES VIGILANZNIVEAUS AUF DAS VERHÄLTNIS
THERMISCHER REIZANTWORTEN

INAUGURAL - DISSERTATION

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Rosemarie Nickl-Leimig
aus Berlin

Referent: Prof. Dr. med. M. Handrock

Co-Referent: Priv.-Doz. Dr.med. G. Ulrich

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fachbereiche der
Freien Universität Berlin

Promoviert am: 03.12.84

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung.
2. Fragestellung.
3. Methodik.
 - 3.1 Auswahl der Probanden.
 - 3.2 Methodik der Durchführung.
 - 3.3 Methodik der Auswertung.
4. Ergebnisse.
 - 4.1 Das Verhältnis der Erregbarkeit zwischen rechts und links.
 - 4.2 Die absolute Stärke der Gesamtreaktion.
 - 4.3 Die Seitendifferenz der Erregbarkeit in Prozent der Gesamtreaktion (Jongkees-Formel).
5. Diskussion.
 - 5.1 Diskussion der Methodik.
 - 5.1.1 Auswahl der Probanden.
 - 5.1.2 Methodik der Durchführung.
 - 5.1.3 Methodik der Auswertung.
 - 5.2 Diskussion der Ergebnisse.
6. Schlußfolgerungen.
7. Zusammenfassung.
8. Literaturverzeichnis.
9. Danksagung.
10. Lebenslauf.

1. EINLEITUNG

Die thermische Prüfung ist die wichtigste experimentelle Funktionsprüfung zur Diagnostik von Erkrankungen der Vestibularorgane des Innenohres. Zur Interpretation von Befunden der thermischen Prüfung ist der Vergleich der absoluten Stärke der Reizantworten mit Normalwerten nicht geeignet, weil extravestibuläre Faktoren wie Lebensalter, anatomische Verhältnisse und Vigilanzniveau die absolute Stärke der Reaktion zu sehr beeinflussen (MAHONEY und Mitarbeiter 1957, MEGIGHIAN und WALDECKER 1961, ECKEL und Mitarbeiter 1963, ORMEROD 1964, MINNINGERODE und Mitarbeiter 1967, TIBBLING 1969, CLEMENT 1970, CLEMENT und Mitarbeiter 1970, SOYKA 1970, MINNINGERODE 1974, MULCH und LEONARDY 1977, MULCH und PETERMANN 1979).

Es müssen also andere Kriterien zur Beurteilung herangezogen werden. Bisher üblich (entsprechend den 1972 veröffentlichten Standardisierungsvorschlägen von HENRIKSSON, PFALTZ, TOROK und RUBIN) war die Berechnung der Seitendifferenz der Erregbarkeit in Prozent der Gesamtreaktion nach der JONGKEES-Formel (JONGKEES und Mitarbeiter 1962):

$$\frac{(\text{re. } 30^\circ + \text{re. } 44^\circ) - (\text{li. } 30^\circ + 44^\circ)}{\text{re. } 30^\circ + \text{li. } 30^\circ + \text{re. } 44^\circ + \text{li. } 44^\circ} \cdot 100\% = \%$$

und des Richtungsüberwiegens in % der Gesamtreaktion

$$\frac{(\text{re. } 30^\circ + \text{li. } 44^\circ) - (\text{li. } 30^\circ + \text{re. } 44^\circ)}{\text{re. } 30^\circ + \text{li. } 30^\circ + \text{re. } 44^\circ + \text{li. } 44^\circ} \cdot 100\% = \%$$

Untersuchungen von MULCH und SCHERER (1979) an 102 Gesunden haben jedoch nachgewiesen, daß die Voraussetzungen, von denen die Formel nach JONGKEES ausgeht, nämlich das Bestehen einer linearen Beziehung zwischen der Seitendifferenz der Erregbarkeit

(im Zähler) und der Stärke der Gesamtreaktion (im Nenner) nur in einem begrenzten Bereich und nur für einen Teil der Parameter gültig sind.

Die tatsächlich vorliegende Beziehung weicht vor allem bei höherer Stärke der Gesamtreaktion immer mehr von der angenommenen Beziehung ab.

Von MULCH und SCHERER wurde ein neues Verfahren entwickelt, bei dem als Grundlage der Interpretation der thermischen Prüfung das Verhältnis der Reizantworten zwischen rechts und links verwendet wird:

$$\frac{44^{\circ} R + 30^{\circ} R}{44^{\circ} L + 30^{\circ} L} =$$

2. FRAGESTELLUNG

Eine wesentliche Hypothese, von der MULCH und SCHERER bei der Entwicklung der neuen Formel für das "Verhältnis der Reizantworten zwischen rechts und links" als Kriterium zur Bewertung der Ergebnisse der thermischen Prüfung ausgingen, war, daß dieses Verhältnis der Antworten durch unterschiedliche Stärke der Gesamtreaktion aufgrund von Vigilanzänderungen im wesentlichen unbeeinflusst bleibt.

Fragestellung dieser Arbeit war nun, ob die obengenannte Hypothese zutreffend ist.

3. METHODIK

3.1 Auswahl der Probanden

Zur Beantwortung der gewählten Fragestellung wurden Untersuchungen an 50 Gesunden durchgeführt. Voraussetzung für die Aufnahme in die Studie war ein unauffälliger Trommelfellbefund bei der vorher vorgenommenen HNO-Spiegeluntersuchung, ein altersentsprechendes, normales symmetrisches Tonschwellenaudiogramm und eine unauffällige Frenzeluntersuchung ohne Nachweis eines Spontan- oder Provokationsnystagmus.

Anhand eines Fragebogens wurden folgende Symptome und Krankheiten ausgeschlossen :

Schwindel: Dreh-, Schwankschwindel, gerichtete Fallneigung, Liftgefühl, Gangabweichung;

Schwerhörigkeit;

Trommelfellperforation;

Chronische Mittelohrentzündung;

Schwere internistische und neurologische Erkrankungen;

Tbc;

Chronische Nierenleiden;

Urämie;

Schwere bakterielle Infektionen (Behandlung mit ototoxischen Antibiotika, z. B. Gentamycin, Streptomycin, Kanamycin, Neomycin).

Außerdem wurde nach Einnahme von Medikamenten und Nikotinkonsum gefragt.

Nach diesen Kriterien wurden 23 Männer und 27 Frauen im Alter zwischen 20 und 36 Jahren ausgesucht.

3.2 Methodik der Untersuchung

An 50 gesunden Probanden wurde jeweils eine thermische Prüfung ohne und eine mit Erhaltung eines hohen Vigilanzniveaus mittels laut gesprochenen Kopfrechenaufgaben durchgeführt.

Dabei handelte es sich um fortlaufende Subtraktionen, die bei allen Probanden bei den 4 Spülungen jedes Mal identisch waren:

900 - 7,
700 - 9,
800 - 6,
1100 - 8.

Die Probanden durften innerhalb der letzten 48 Stunden vor der Untersuchung weder Alkohol noch Schlafmittel oder beruhigende Psychopharmaka zu sich nehmen und mußten in der Nacht vor der Untersuchung ausreichend geschlafen haben.

Bei jedem Probanden wurde vor den beiden thermischen Prüfungen für jeweils 30 sec. durch Prüfung der Sinusblickpendelfolge nach einer zentralen Störung der Okulomotorik in horizontaler Lage gefahndet. Es schloß sich die Fahndung nach Lagenystrismus in der Kalorisationsposition, der 30°-Lage, bei geöffneten Augen in Dunkelheit an.

Die Reihenfolge der thermischen Prüfungen mit Rechnen - ohne Rechnen wurde randomisiert.

Die Spülungen wurden jeweils mit 100 ml Wasser durchgeführt. Bei der Warmspülung betrug die Temperatur 44°C, bei der Kaltspülung 30°C. Die Temperierung erfolgte mittels thermostat geregelter Wasserbäder. Das Wasser wurde mit einer Spritze durch PVC-Schläuche in die Gehörgänge eingebracht. Die Spüldauer betrug jeweils 30 sec.

Bei beiden thermischen Prüfungen war die Reihenfolge der Spülungen gleich:

1. Rechts 44°C,

2. Links 44°C ,
3. Links 30°C ,
4. Rechts 30°C .

Die Pause zwischen den einzelnen Spülungen einer thermischen Prüfung betrug 10 min., diejenige zwischen beiden thermischen Prüfungen 15 min.

Während der Pausen wurde die Deckenbeleuchtung in dem sonst dunklen Raum eingeschaltet. Die nystagmischen Reizantworten wurden bei geöffneten Augen in völliger Dunkelheit registriert. Aufgezeichnet wurden die Elektronystagmogramme mit einem Mingo-graphdirektstreiber, und zwar jeweils die gesamte Reizantwort. Die Zeitkonstante des Verstärkers betrug 5 sec., der Papier-vorschub 10 mm pro sec. Abgeleitet wurde mittels Beckmann-Ringelektroden, die Registrierung der vertikalen Augenbewegungen erfolgte über je eine Elektrode oberhalb und unterhalb des linken Auges, die der horizontalen Augenbewegungen über Elektroden an beiden lateralen Augenwinkeln. Eine 5. Elektrode in Stirnmitte diente zur Erdung des Probanden. Durch Verwendung einer Elektrodenpaste wurde der Übergangswiderstand zwischen Haut und Elektroden verringert. Die Eingänge des Verstärkers waren so gepolt, daß eine Augenbewegung nach rechts zu einem Ausschlag der ENG-Kurve nach oben, eine Augenbewegung nach links zu einem Ausschlag der Kurve nach unten führte. Bei der vertikalen Registrierung verursachte eine Augenaufwärtsbewegung einen Kurvenausschlag nach oben, eine Augenabwärtsbewegung einen Kurvenausschlag nach unten. Vor und nach jeder Spülung wurde eine Blickwinkleichung durchgeführt. Die Probanden mußten dazu im Wechsel 2 Lichtpunkte fixieren, die auf einem Eichkreuz so angeordnet waren, daß ein Blicksprung von der Mitte des Eichkreuzes nach rechts, links oben und unten 10 Winkelgrad entsprach. Die Verstärkung wurde so gewählt, daß ein Blicksprung von 10 Winkelgrad einen Kurvenausschlag von 15 mm ergab. Für die Umrechnung von mm in Winkelgrad wurde der Mittelwert von jeweils 10 Blicksprüngen vor und nach jeder Spülung verwendet.

3.3 Methodik der Auswertung

Folgende Parameter wurden bestimmt und ausgewertet:

1. Maximale Geschwindigkeit der langsamen Nystagmusphase pro 10 Sekunden.
2. Maximale Frequenz pro 10 Sekunden.
3. Maximale Amplitude pro 10 Sekunden.
4. Gesamtschlagzahl.

Zur Berechnung der maximalen Geschwindigkeit der langsamen Phase wurden aus einem 10-Sekundenabschnitt der Kumulationsphase 3 typische Nystagmen, deren Basis annähernd horizontal verlief, ausgewählt und die Steigung der langsamen Nystagmusphasen durch Anlegung von Tangenten bestimmt. Die maximale Frequenz wurde berechnet, indem nur Nystagmen, an deren langsame Phase eine Tangente angelegt werden könnte, die somit eine eindeutige langsame und schnelle Phase besaßen, gezählt wurden. Die maximale Amplitude wurde durch Summierung der Amplituden sämtlicher langsamer Phasen der 10-Sekundenabschnitte ermittelt.

Gewertet wurde der höchste Zahlenwert pro 10 Sekunden. Die Gesamtschlagzahl ergab sich aus der Summierung sämtlicher Nystagmen pro Spülung.

Für alle 4 Parameter wurde der Quotient für das Verhältnis der Erregbarkeit zwischen rechts und links berechnet, die absolute Stärke der Gesamtreaktion sowie die Seitendifferenz der Erregbarkeit in Prozent der Gesamtreaktion nach der Formel von Jongkees (siehe Einleitung).

Außerdem wurde überprüft, ob die Reihenfolge der Untersuchungen mit Rechnen/ohne Rechnen, bzw. ohne Rechnen/mit Rechnen Einfluß auf die Ergebnisse nahm.

Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung¹ erfolgte mit dem Zeichentest. Als Signifikanzniveau wurde 0,05 festgelegt. Anhand der ermittelten Werte wurde untersucht, ob ein Unterschied zwischen dem Verhältnis der Erregbarkeit bei hohem und niedrigem Vigilanzniveau besteht, zum anderen, ob ein Vigilanzniveauunterschied durch das gewählte Verfahren wirklich erreicht wird, und 3., wie sich die Seitendifferenz der Erregbarkeit der beiden peripher-vestibulären Systeme in Prozent der Gesamtreaktion (Jongkees-Formel) hierbei verhält.

Ad 1: Die statistische Auswertung erfolgte mit Unterstützung durch Prof. Fuchs, Institut für medizinische Statistik und Dokumentation der FU Berlin.

4. ERGEBNISSE

4.1 Das Verhältnis der Erregbarkeit zwischen rechts und links. In Abbildung 1 sind die Werte aller Probanden für das Verhältnis der Erregbarkeit zwischen rechts und links dargestellt, und zwar für den Parameter maximale Geschwindigkeit der langsamen Phase pro 10 Sekunden.

Auf der Ordinate ist jeweils der Zahlenwert für die Summe der Intensität der Reizantworten von rechts, auf der Abszisse derjenige der Antworten von links dargestellt. Die Ergebnisse der beiden thermischen Prüfungen bei jedem Probanden sind durch eine Gerade verbunden. Der Kreis ist das Symbol für die Untersuchung mit Kopfrechnen, das andere Ende der Geraden symbolisiert die Untersuchung ohne Kopfrechnen. Die vom Schnittpunkt der Ordinate und Abszisse ausgehende Gerade steht für das Verhältnis der Antworten zwischen rechts und links von 1, also exakt gleich starken Antworten.

Die Abbildungen 2 bis 4 zeigen eine entsprechende Darstellung für die Parameter maximale Frequenz pro 10 Sekunden, maximale Amplitude pro 10 Sekunden und Gesamtschlagzahl.

Die Grafiken 5 bis 8 geben die Größe der Quotienten der Antworten schwächer zu stärker erregbare Seite mit und ohne Rechnen für jeden der 50 Probanden wieder. Beide Quotienten sind jeweils durch einen Balken verbunden. Der stärker ausgezogene Balken symbolisiert die Verbindung der beiden Medianwerte.

In Tabelle 1 sind die Medianwerte für das Verhältnis der Erregbarkeit bei hohem und niedrigem Wachheitsgrad wiedergegeben, und zwar für alle 4 Parameter.

	Medianwert bei hohem Wachheits- grad	Medianwert bei niedrigem Wach- heitsgrad
Maximale Geschwindigkeit der langsamen Phase pro 10 Sekunden	0,840	0,788
Maximale Frequenz pro 10 Sekunden	0,904	0,899
Maximale Amplitude pro 10 Sekunden	0,836	0,791
Gesamtschlagzahl	0,878	0,807

Tabelle 1:

Medianwerte für das Verhältnis der Erregbarkeit bei hohem und niedrigem Wachheitsgrad an 50 Gesunden.

Der Medianwert der Quotienten bei den Untersuchungen mit Rechnen liegt geringfügig höher, d. h., die Stärke der Antworten ist etwas symmetrischer, als der ohne Rechnen. Die statistische Überprüfung nach dem Zeichentest läßt jedoch bei keinem der 4 Parameter signifikante Unterschiede erkennen.

Bei dem Parameter maximale Geschwindigkeit der langsamen Phase/10sec. wechselt bei 3 der 50 Probanden die stärker erregbare Seite, bei der maximalen Frequenz/10 sec. bei 2 Probanden, bei der maximalen Amplitude/10 sec. bei 16 Probanden, bei der Gesamtschlagzahl bei 18 Probanden.

Die Reihenfolge mit Rechnen/ohne Rechnen, bzw. ohne Rechnen/mit Rechnen nimmt bei allen 4 Parametern keinen signifikanten Einfluß auf die Ergebnisse.

4.2 Die absolute Stärke der Gesamtreaktion

Während Kopfrechnen, also bei höherem Vigilanzniveau, sind die Reizantworten in der Regel deutlich stärker als ohne Rechnen. Dies zeigen die Abbildungen 9 und 10, in der die absoluten Zahlenwerte der maximalen Geschwindigkeit der langsamen Phase/10 sec. und der maximalen Amplitude/10 sec. jeweils mit und ohne Rechnen wiedergegeben sind. Bei den Parametern maximale Frequenz/10 sec. und Gesamtschlagzahl verhält es sich genau umgekehrt, d. h., bei niedrigem Vigilanzniveau ist hier die absolute Stärke der Gesamtreaktion in der Regel größer (Abb. 11 und 12), wie insbesondere an den Medianwerten erkennbar ist.

4.3 Die Seitendifferenz der Erregbarkeit in Prozent der Gesamtreaktion (Jongkees-Formel)

Abb. 13 zeigt die Werte aller 50 Probanden für die Seitendifferenz der Erregbarkeit in Prozent der Gesamtreaktion (Jongkees-Formel) mit und ohne Rechnen, dargestellt für den Parameter maximale Geschwindigkeit der langsamen Phase pro 10 Sekunden.

Bei hohem Vigilanzniveau ist die Seitendifferenz der Erregbarkeit in Prozent der Gesamtreaktion geringfügig kleiner als bei niedrigem Vigilanzniveau, allerdings ist der Unterschied nicht signifikant, was ebenfalls anhand des Zeichentests nachgewiesen wurde.

Auf eine entsprechende Darstellung der Parameter maximale Frequenz pro 10 Sekunden, maximale Amplitude pro 10 Sekunden und Gesamtschlagzahl wird verzichtet, für diese Parameter wurden in etwa ähnliche Ergebnisse berechnet.

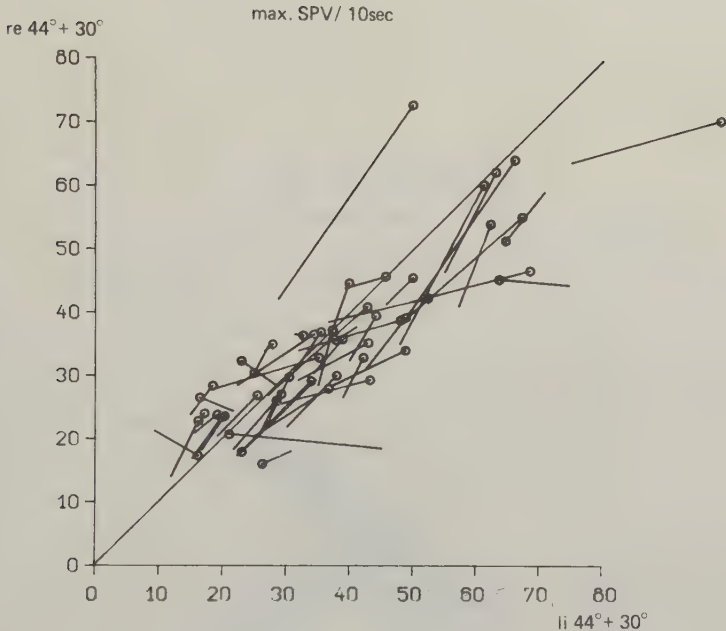


Abbildung 1: Das Verhältnis der Erregbarkeit zwischen rechts und links. Ergebnisse der thermischen Prüfung an 50 Gesunden bei hohem und niedrigem Wachheitsgrad.

Parameter: Maximale Geschwindigkeit der langsamen Phase pro 10 Sekunden.

Die Ordinate gibt den Zahlenwert für die Summe der Intensität der Reizantworten von rechts, die Abszisse denjenigen der Antworten von links an.

Die Ergebnisse der beiden thermischen Prüfungen jedes Probanden sind durch eine Gerade verbunden. Der Kreis steht als Symbol für die Untersuchung mit Kopfrechnen, das andere Ende der Geraden symbolisiert die Untersuchung ohne Kopfrechnen. Die vom Schnittpunkt der Ordinate und Abszisse ausgehende Gerade steht für das Verhältnis der Antworten zwischen rechts und links von 1, also exakt gleich starken Antworten.

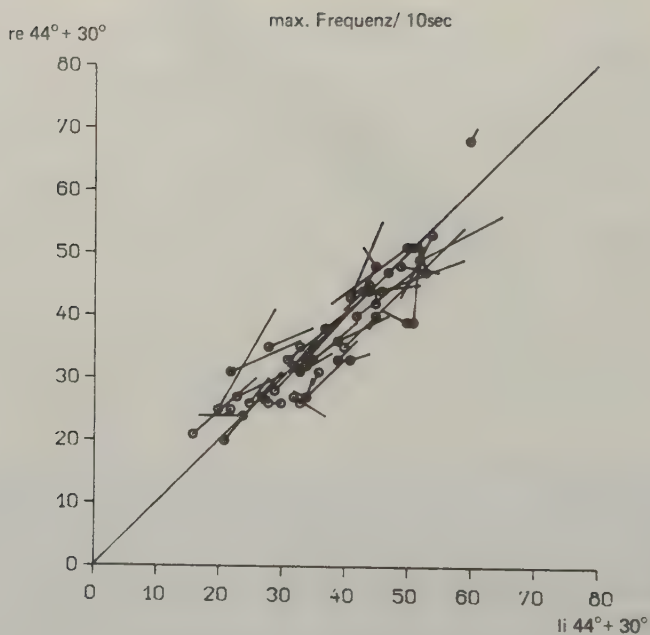


Abbildung 2: Siehe Legende zu Abbildung 1.
Parameter: Maximale Frequenz pro 10 Sekunden.

max. Amplitude / 10 sec

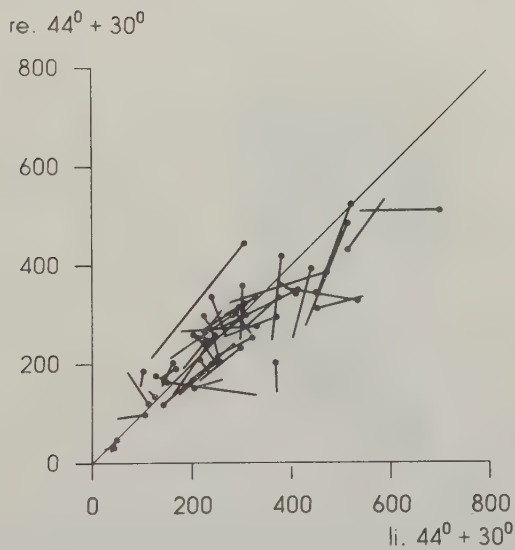


Abbildung 3: Siehe Legende zu Abbildung 1.
Parameter: Maximale Amplitude pro 10 Sekunden.

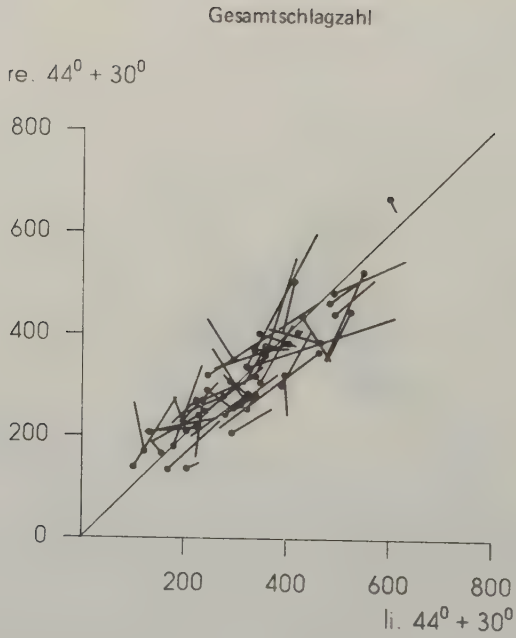


Abbildung 4: Siehe Legende zu Abbildung 1.
Parameter: Gesamtschlagzahl.

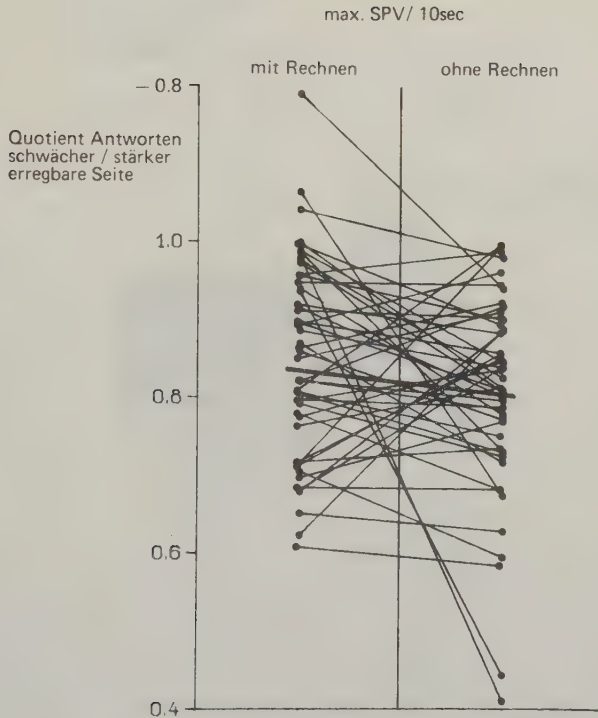


Abbildung 5: Vergleich der Quotienten der Antworten schwächer zu stärker erregbare Seite mit und ohne Rechnen. Die zusammengehörenden Quotienten jedes der 50 Probanden sind durch einen Balken verbunden. Der Ordinatenwert am linken Ende jedes Balkens gibt die Größe des Quotienten der Antworten schwächer zu stärker erregbare Seite bei der Untersuchung mit Rechnen an, der Ordinatenwert am rechten Ende die Größe des Quotienten bei der Untersuchung ohne Rechnen. Bei 3 Probanden wechselt die stärker erregbare Seite. Die 3 entsprechenden Quotienten der Antworten mit Rechnen sind mit einem negativen Vorzeichen dargestellt. Der stärker ausgezogene Balken symbolisiert die Verbindung der beiden Medianwerte. Parameter: Maximale Geschwindigkeit der langsamen Phase pro 10 sec.

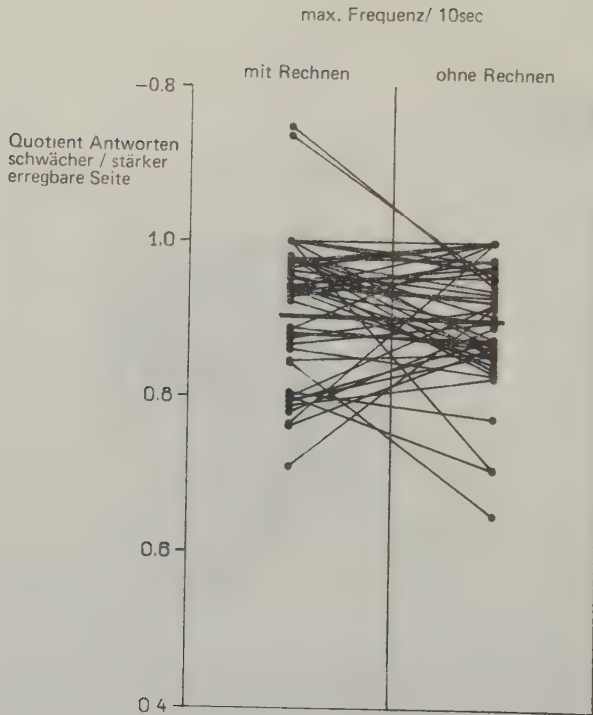


Abbildung 6: Siehe Legende zu Abbildung 5.

Bei 2 Probanden wechselt die stärker erregbare Seite. Die 2 entsprechenden Quotienten der Antworten mit Rechnen sind mit einem negativen Vorzeichen dargestellt.

Parameter: Maximale Frequenz pro 10 Sekunden.

max. Amplitude / 10 sec

Quotient Antworten
schwächer/stärker
erregbare Seite

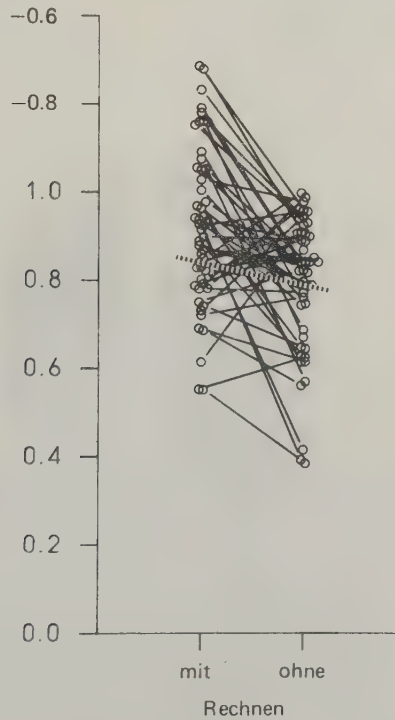


Abbildung 7: Siehe Legende zu Abbildung 5.

Bei 16 Probanden wechselt die stärker erregbare Seite. Die 16 entsprechenden Quotienten der Antworten mit Rechnen sind mit einem negativem Vorzeichen dargestellt.

Parameter: Maximale Amplitude pro 10 Sekunden.

Gesamtschlagzahl

Quotient Antworten
schwächer/stärker
erregbare Seite

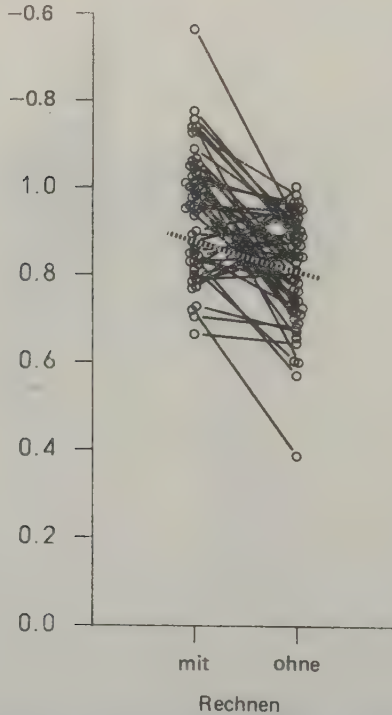


Abbildung 8: Siehe Legende zu Abbildung 5.

Bei 18 Probanden wechselt die stärker erregbare Seite. Die 18 entsprechenden Quotienten mit Rechnen sind mit einem negativen Vorzeichen dargestellt.

Parameter: Gesamtschlagzahl.

max. Geschwindigkeit d. langs. Phase / 10 sec

Gesamtreaktion

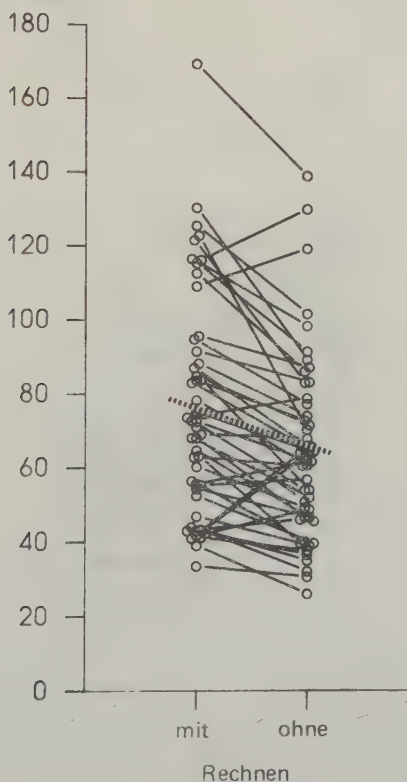


Abbildung 9: Vergleich der absoluten Stärke der Gesamtreaktion mit und ohne Kopfrechnen bei 50 Gesunden. Die zusammengehörenden Werte jedes Probanden sind durch einen Balken verbunden. Der Ordinatenwert am linken Ende jedes Balkens gibt die Größe der Gesamtreaktion bei der Untersuchung mit Rechnen an, der Ordinatenwert am rechten Ende die Größe der Gesamtreaktion bei der Untersuchung ohne Rechnen. Der stärker ausgezogene Balken symbolisiert die Verbindung der beiden Medianwerte.

Parameter: Maximale Geschwindigkeit der langsamen Phase pro 10 Sekunden.

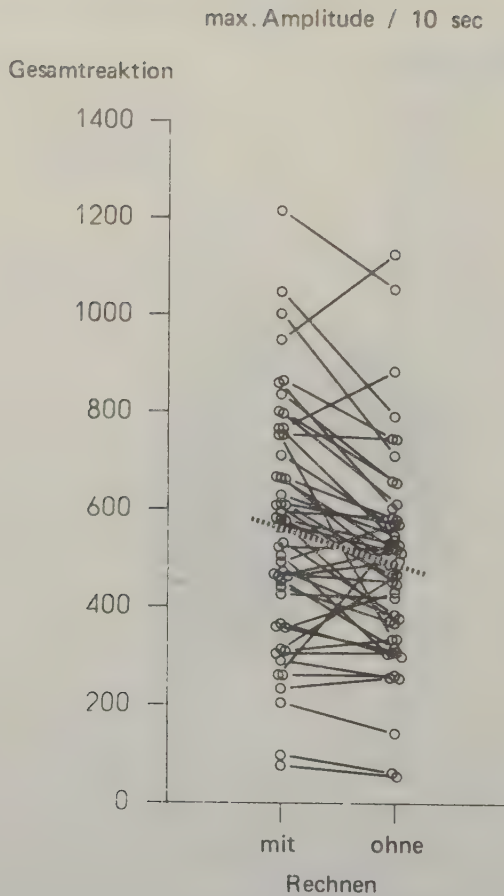


Abbildung 10: Siehe Legende zu Abbildung 9.
Parameter: Maximale Amplitude pro 10 Sekunden.

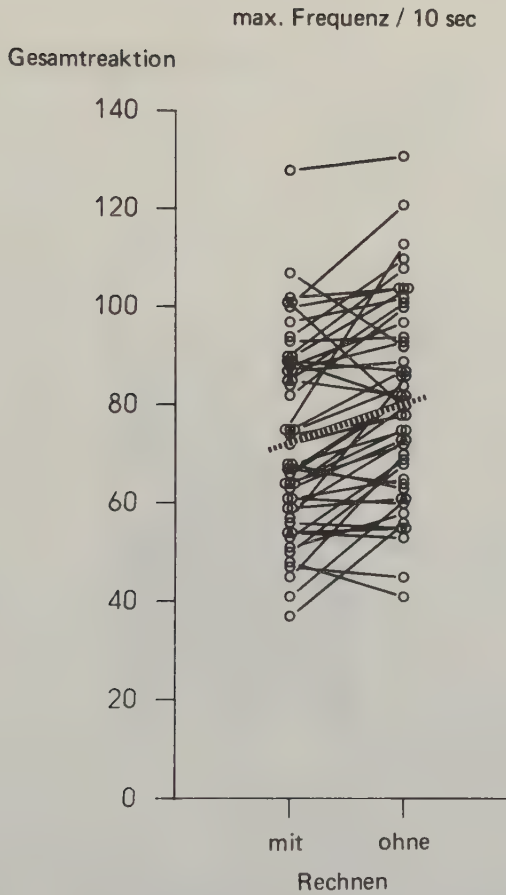


Abbildung 11: Siehe Legende zu Abbildung 9.
Parameter: Maximale Frequenz pro 10 Sekunden.

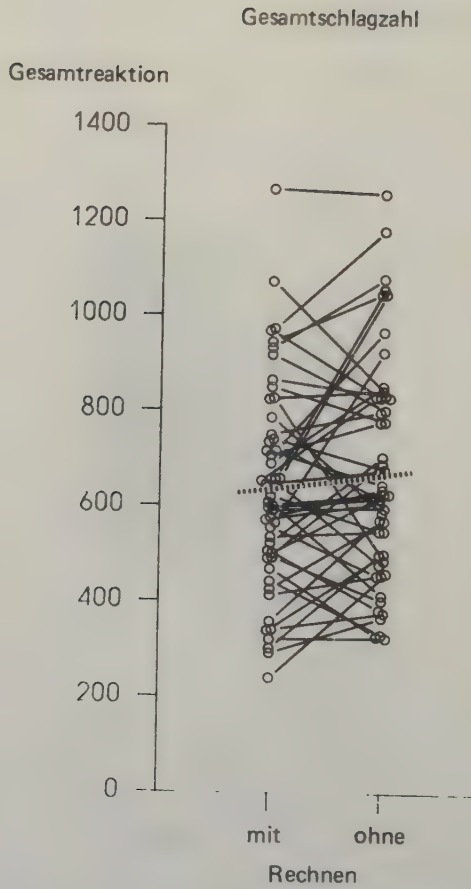


Abbildung 12: Siehe Legende zu Abbildung 9.
Parameter: Gesamtschlagzahl.

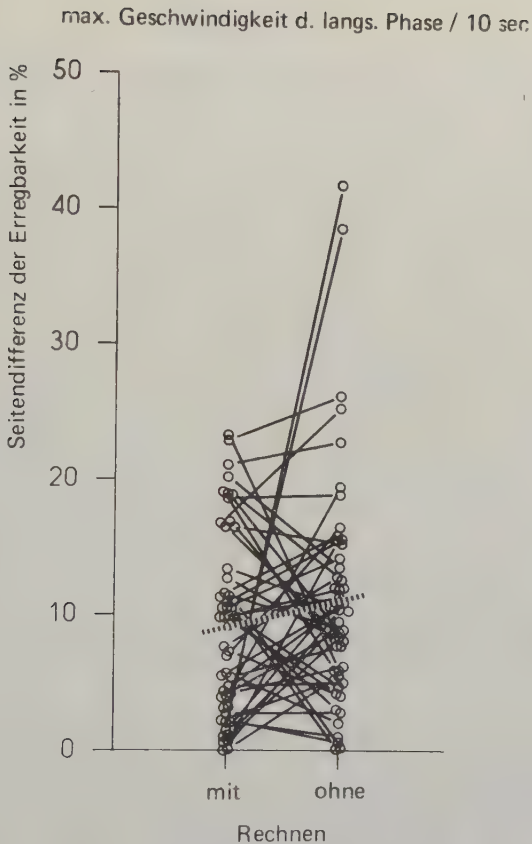


Abbildung 13: Seitendifferenz der Erregbarkeit in Prozent der Gesamtreaktion nach Jongkees.

Parameter: Maximale Geschwindigkeit der langsamen Phase pro 10 Sekunden.

Ergebnisse der thermischen Prüfung an 50 Gesunden mit und ohne Kopfrechnen. Das Vorzeichen, also die Angabe, auf welcher Seite die stärkere Reizantwort zu finden war, wurde vernachlässigt. Die zusammengehörenden Werte jedes Probanden sind durch einen Balken verbunden. Der stärker ausgezogene Balken symbolisiert die Verbindung der beiden Medianwerte.

5. DISKUSSION

5.1 Methodik

MULCH und PETERMANN (1979) haben bei einer Untersuchung an 102 Gesunden nachgewiesen, daß die stärksten Reizantworten bei der thermischen Vestibularisprüfung Gesunde mittleren Lebensalters aufweisen. Dies wurde bei der Probandenauswahl der vorliegenden Studie berücksichtigt. Das Alter der Versuchspersonen lag zwischen 20 und 36 Jahren. Um Einflüsse des Geschlechts der Probanden auf die Ergebnisse unserer Studie auszuschließen, wurden 23 Männer und 27 Frauen ausgewählt, also annähernd die Hälfte der Versuchspersonen war männlich bzw. weiblich. Ein Vigilanzniveauunterschied wurde bei dieser Untersuchung erreicht, indem bei jedem Probanden eine thermische Prüfung mit und eine ohne Kopfrechenaufgaben in Form fortlaufender Subtraktionen durchgeführt wurde. Es ergibt sich die Frage, warum nicht ein anderes Verfahren gewählt wurde, wie zum Beispiel die Anwendung von sedierenden und anregenden Medikamenten.

Wir berufen uns dabei unter anderem auf Arbeiten von COLLINS (1962), COLLINS und Mitarbeiter (1961, 1962, 1975), BROWN und CRAMPTON (1964), TRINCKER (1965), SOKOLOVSKI (1966), KORNUBER (1966, 1969), BARBER und WRIGHT (1967), GILLINGHAM (1969), BRUNER und NORRIS (1971), SMITH und Mitarbeiter (1973), MULCH und LEWITZKI (1977), BALOH und Mitarbeiter (1977), STRAUSS und MEYER ZUM GOTTESBERGE (1978), TOROK (1970), KÖMPF und Mitarbeiter (1980), CAVVE und Mitarbeiter (1981).

COLLINS und Mitarbeiter zum Beispiel, haben einerseits bereits 1961 einen Vigilanzniveauunterschied mittels desselben Verfahrens erreicht, zum anderen haben dieselben Autoren in einer anderen Studie festgestellt, daß der Einfluß von D-Amphetaminen und Secobarbituraten auf die Intensität des optokinetischen und rotatorischen Nystagmus weit geringer ist als die Anwendung von Kopfrechenaufgaben. Die Sicherung des hohen Vigilanzniveaus durch kontrollierte Kopfrechenaufgaben während der

thermischen Prüfung zur Erhaltung starker Reizantworten wird außerdem in vielen Kliniken praktisch durchgeführt.

Die Registrierung erfolgte sowohl bei den thermischen Prüfungen mit Rechnen als auch ohne Rechnen bei geöffneten Augen in Dunkelheit.

Durch Lidschluß und der damit verbundenen als BELL'SCHES Phänomen bekannten Bulbuselevation kommt es häufig zu einer Hemmung des vestibulären Nystagmus (DECHER 1964, TJERNSTRÖM 1973, MULCH und BONNER 1976, MULCH und PÖTZSCH in Vorbereitung).

Eine weitere Vigilanzniveausenkung bei den thermischen Prüfungen ohne Rechnen wäre also durch Registrierung bei geschlossenen Augen möglich gewesen.

Wir haben dies nicht getan, da Elektronystagmogramme, die bei geöffneten Augen in Dunkelheit registriert werden, regelmäßiger, weniger durch Artefakte gestört und damit besser auswertbar sind (DECHER 1964, KIRSTEIN und SCHÖPFER 1956).

Bei jedem Probanden wurde vor Beginn der thermischen Vestibularisprüfung unter der Frenzelbrille nach einem Spontan- und Provokationsnystagmus gefahndet. MULCH und TRINCKER (1975) haben nachgewiesen, daß es einen physiologischen Spontan- und Provokationsnystagmus im Elektronystagmogramm während vollständigem Ausschluß der Fixation gibt. Klinisch Gesunde weisen andererseits nur sehr selten unter der Frenzelbrille einen Spontan- oder einen Provokationsnystagmus auf (YOUNGERMAN 1933, KNAPP 1954). Die Frenzeluntersuchung (FRENZEL 1925, 1955) ist somit noch immer die sicherste Methode, einen pathologischen Spontan- oder Provokationsnystagmus zu erkennen, da ein Nystagmus unter der Frenzelbrille in der Regel als pathologisch anzusehen ist (KORNHUBER 1974).

Zur Vermeidung von Fehlbeurteilungen war allerdings die Fahnung nach einem Lagenystagmus in der Kalorisationsposition, der 30° Grad-Lage, unerlässlich. Nach Untersuchungen von MULCH und DENK (in Vorbereitung) ist ein Nystagmus mit einer Geschwindigkeit der langsamen Phase von 2° Grad pro Sekunde unter der Frenzelbrille in der Regel zu erkennen und damit als pathologisch zu werten. Bei keinem der Probanden dieser Untersuchung konnte ein auffälliger Lagenystagmus, dessen Intensität zu verfälschten Ergebnissen bei der Auswertung der Prüfung hätte führen können, nachgewiesen werden.

Die hier angewandte Methodik der thermischen Prüfung entspricht den Empfehlungen der Standardisierungskommission Vestibularisprüfung der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Audiologen und Neurootologen (ADANO):

Spülungen mit 100 ml Wasser von 44° Celsius und 30° Celsius während 30 Sekunden, Registrierung bei geöffneten Augen in Dunkelheit und Pausen zwischen den Spülungen von 10 Minuten. Die Standardisierungskommission hat ihre empfohlene Methodik detailliert schriftlich fixiert und begründet (1979), deswegen wird hier im einzelnen nicht weiter darauf eingegangen. Es soll aber noch kurz die graphische Darstellung des neuen Verfahrens, ermittelt an 102 Gesunden, erörtert werden.

Auf der Ordinate (Abbildung 14 und 15) wird die Summe der Intensität der Reizantworten von rechts, auf der Abszisse diejenige der Antworten von links eingetragen. Die V-förmigen Grenzlinien stehen für die Interquantilbereiche 80, 90 und 94%, das heißt, innerhalb des Interquantilbereichs 80% befinden sich die dem Mittelwert am nächsten befindlichen Werte von 80 von 100 Gesunden, jenseits des Interquantilbereichs 94% liegen nur noch die Ergebnisse von 6 von 100 Gesunden. Das Rechteck zeigt den 90% Interquantilbereich für die absolute Stärke der Antworten von rechts nach links, dargestellt an den Parametern maximale Geschwindigkeit der langsamen Phase pro 10 Sekunden und maximale Frequenz pro 10 Sekunden.

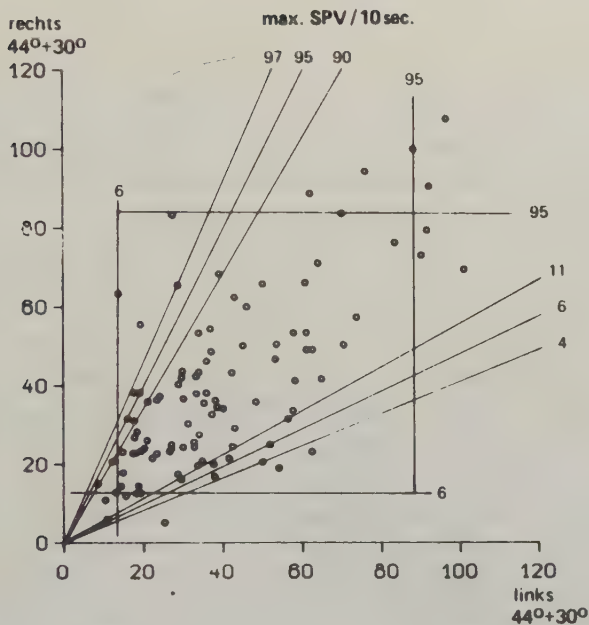


Abbildung 14: Ergebnisse der thermischen Prüfung an 102 Gesunden. Der Ordinatenwert gibt die Summe der Intensität der Reizantworten von rechts an, der Abzissenwert diejenige der Reizantworten von links. Anhand dieser Werte wurden für den Quotienten

$$\frac{\text{re. } 44^{\circ} + \text{re. } 30^{\circ}}{\text{li. } 44^{\circ} + \text{li. } 30^{\circ}}$$

die Perzentilen 4, 6, 11, 90, 95, 97 und für die absolute Stärke der Reizantworten die Perzentilen 6, 95 ermittelt.

Parameter: Maximale Geschwindigkeit der langsamen Phase pro 10 Sekunden.

Aus: MULCH, G., SCHERER, H.: Methodik der thermischen Prüfung. Vorschläge für eine Standardisierung. Vortrag auf der Tagung der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Audiologen und Neurootologen, München (1979).

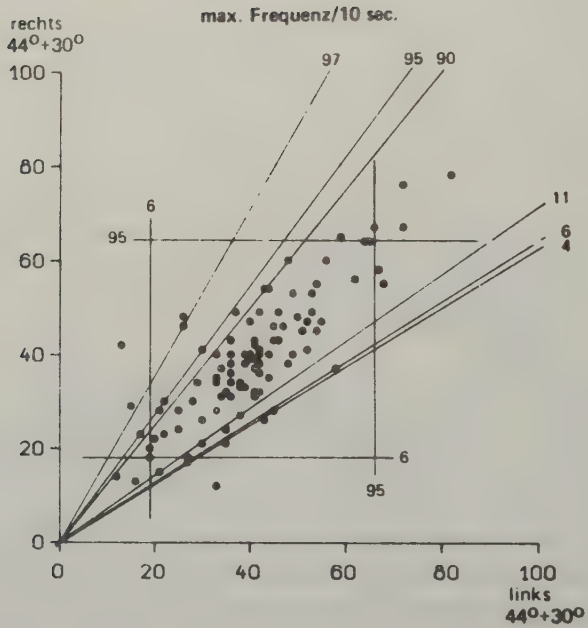


Abbildung 15: Siehe Legende zu Abbildung 14.
Parameter: Maximale Frequenz pro 10 Sekunden.

5.3 DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Der empfindlichste Parameter der vestibulären Erregbarkeit ist die maximale Geschwindigkeit der langsamen Phase. Sie weist eine lineare Beziehung zur Reizintensität auf, wie DOHLMANN (1925) für den kalorischen und HENRIKSSON (1955) für den perrotatorischen Nystagmus nachgewiesen hat. In der vorliegenden Untersuchung war anhand dieses empfindlichsten Parameters maximale Geschwindigkeit der langsamen Phase eine Intensitätssteigerung durch Kopfrechnen meßbar, woraus zu schließen ist, daß eine Vigilanzsteigerung durch Kopfrechnen tatsächlich erreicht wurde. Unsere Annahme war also richtig und stimmt mit den Ergebnissen der oben zitierten Autoren überein (COLLINS 1962, COLLINS und Mitarbeiter 1961, 1962, 1975, BROWN und CRAMPTON 1964, TRINCKER 1965, SOKOLOVSKI 1966, KORNUBER 1966, 1969, BARBER und WRIGHT 1967, GILLINGHAM 1969, BRUNER und NORRIS 1971, SMITH und Mitarbeiter 1973, MULCH und LEWITZKI 1977, BALOH und Mitarbeiter 1977, STRAUSS und MEYER ZUM GOTTESBERGE 1978, TOROK 1970, KÖMPF und Mitarbeiter 1980, CAVVE und Mitarbeiter 1981).

Die absolute Stärke der Gesamtreaktion, gemessen anhand verschiedener Parameter, wurde in der Regel eindeutig beeinflußt. Die maximale Geschwindigkeit der langsamen Phase pro 10 Sekunden und die maximale Amplitude pro 10 Sekunden sind bei der thermischen Prüfung mit Rechnen deutlich größer als bei der ohne Rechnen. Allerdings lagen die bei der Untersuchung mit Rechnen erreichten absoluten Zahlenwerte der Gesamtreaktion für die Parameter maximale Frequenz und Gesamtschlagzahl niedriger als bei der Untersuchung ohne Rechnen.

Die hier erhobenen Befunde stehen im Gegensatz zu Befunden von HOFFERBERTH und MOSER (1981), die größere absolute Werte für den Parameter maximale Frequenz pro 10 Sekunden bei hohem Vigilanzniveau erhielten.

Die eigentliche Fragestellung dieser Arbeit, wie sich nämlich ein Vigilanzniveauunterschied auf den Quotienten schwächer zu stärker erregbare Seite für alle 4 untersuchten Parameter auswirkt, kann eindeutig beantwortet werden:

Das Verhältnis der Reizantworten zwischen rechts und links bleibt trotz verschieden starker Reizantworten aufgrund eines unterschiedlichen Vigilanzniveaus im wesentlichen gleich groß.

Der Quotient Antworten schwächer zu stärker erregbare Seite wurde gebildet, weil nicht relevant ist, ob die rechte oder die linke Seite stärker erregbar ist, sondern ob sich an dem Quotienten durch ein unterschiedliches Vigilanzniveau etwas ändert. Die wiedergegebene Änderung des Quotienten von einer zur anderen Untersuchung läßt sich einerseits durch die bekannte Streuung bei Wiederholungsuntersuchungen erklären.

Zum anderen ist bekannt und wird auch durch die hier erhobenen Befunde bestätigt, daß die Reizantworten thermischer Prüfungen bei hohem Vigilanzniveau symmetrischer sind, ein Grund, weshalb ja auch viele Autoren die Anwendung von Kopfrechenaufgaben während der thermischen Prüfung empfehlen.

Daraus erklärt sich auch der geringfügig höhere Medianwert der Quotienten bei höherem Wachheitsgrad.

Statistisch läßt sich mit dem Zeichentest für alle 4 Parameter kein signifikanter Unterschied sichern.

Bei der Auswertung fällt auf, daß eine enge Beziehung zwischen den Ergebnissen der Parameter maximale Geschwindigkeit der langsamen Phase und maximale Amplitude einerseits und zwischen den Ergebnissen der Parameter maximale Frequenz und Gesamtschlagzahl andererseits besteht, was schon an der eben beschriebenen Stärke der Gesamtreaktion zu erkennen ist.

Bei den zuerst genannten Parametern liegen bei höherem Vigilanzniveau mehr Quotienten näher an 1, die Antworten sind hier also symmetrischer als bei niedrigem Vigilanzniveau.

Andererseits sind bei niedrigem Vigilanzniveau die Reizantworten in Bezug auf die Parameter max. Frequenz und Gesamtschlagzahl symmetrischer als in Bezug auf die Parameter max. SPV und max. Amplitude.

Die gerade beschriebene Korrelation zwischen den Nystagmusparametern untereinander entspricht den Ergebnissen von MULCH, LEONARDY und PETERMANN (1978), die entsprechende Korrelationskoeffizienten für die max. Geschwindigkeit der langsamen Phase und die max. Amplitude bzw. max. Frequenz und Gesamtschlagzahl berechnet haben.

In der vorliegenden Studie läßt sich der geschilderte Zusammenhang auch bei der Berechnung der Seitendifferenz der Erregbarkeit in % der Gesamtreaktion nach der Formel von Jongkees erkennen.

6. SCHLUßFOLGERUNGEN

Die hier vorgelegten Ergebnisse stützen die Hypothese von MULCH und SCHERER, daß der Quotient für das Verhältnis der Erregbarkeit zwischen rechts und links bei Änderung des Vigilanzniveaus, also der absoluten Stärke der Reizantworten, in der Regel gleich groß bleibt und sprechen für die Zuverlässigkeit des neuen Verfahrens zur Interpretation der Ergebnisse der thermischen Vestibularisprüfung.

7. ZUSAMMENFASSUNG

Zur Interpretation der Ergebnisse der thermischen Vestibularisprüfung wurde von MULCH und SCHERER ein neues Verfahren angegeben. An Stelle der Berechnung der Seitendifferenz der Erregbarkeit und des Richtungsüberwiegens in % der Gesamtreaktion mit Hilfe der Jongkees-Formel wurde als Grundlage der Interpretation das Verhältnis der Reizantworten zwischen rechts und links als neues Kriterium vorgeschlagen, da die zwischen Zähler und Nenner bei der Jongkees-Formel angenommene lineare Beziehung nur für einen begrenzten Bereich zutreffend ist.

An 50 Gesunden wurde die von MULCH und SCHERER bei Entwicklung des neuen Verfahrens angenommene Hypothese überprüft, nach der der Quotient

$$\frac{44^\circ \text{ R} + 30^\circ \text{ R}}{44^\circ \text{ L} + 30^\circ \text{ L}} =$$

für das Verhältnis der Erregbarkeit zwischen rechts und links im wesentlichen gleich groß bleibt, wenn der extravestibuläre Faktor Vigilanz die Stärke der Reaktion insgesamt verändert.

An den 50 Probanden wurde jeweils eine thermische Prüfung mit und eine ohne Erhaltung eines hohen Vigilanzniveaus mit Hilfe von Kopfrechenaufgaben durchgeführt. Die Reihenfolge der Untersuchungen wurde randomisiert. Obwohl die Intensität der Reizantworten während Kopfrechenaufgaben sich deutlich von derjenigen ohne Kopfrechnen unterscheidet, ließ sich für die Medianwerte für das Verhältnis der Reizantworten, gemessen an den vier Parametern max. Geschwindigkeit der langsamen Phase pro 10 Sekunden, max. Frequenz pro 10 Sekunden, max. Amplitude pro 10 Sekunden und Gesamtschlagzahl, bei den beiden Verfahren kein signifikanter Unterschied sichern.

Die Ergebnisse stützen die oben genannte Hypothese von MULCH und SCHERER und sprechen für die Zuverlässigkeit des neuen Verfahrens zur Interpretation der thermischen Prüfung.

8. Literaturverzeichnis

1. BALOH, R. W., SOLINGEN, L., SILLS, A. W.,
HONRUBIA, V.: "Caloric testing 1. Effect
of different conditions of ocular fixation".
Ann. Otol. 86, suppl. 43, 1 - 6 (1977)
2. BARBER, H. O., WRIGHT, G.:
"Release of nystagmus suppression in
clinical electronystagmography".
Laryngoscope 77, 1016 - 1027 (1967)
3. BROWN, J. H., CRAMPTON, G. H.:
"Quantification of the human nystagmic
response to angular acceleration.
Prediction formulae and nomograph.
Acta otolaryng., 58 , 555 - 564 (1964)
4. BRUNER, A., NORRIS, T. W.:
Age-related changes in caloric nystagmus.
Acta otolaryng., suppl. 282 (1971).
5. CAVVE, J., OUDOT, J., SICARD M. et al.:
Einige Gesichtspunkte zur Kontrolle des
Wachzustandes während der elektronystagmo-
graphischen Untersuchung (Quelques aspects du
contrôle de la vigilance en cours d'examen
électro nystagmographique).
Rev. Oto-neuro-ophtal. 53 , 85 - 90 (1981)
6. CLEMENT, P.:
"Dysrhythmia during caloric nystagmus. An
electronystagmographical study of the quantitative
and qualitative aspects of caloric nystagmus
and how these are influenced by arousal in the
normal individual".
Academic Thesis, 1 - 98, Amsterdam. Drukkerij Mur. (1970)

7. CLEMENT, P. A. R., OOSTERVELD, V. J.:
L'influence qualitative et quantitative
de l'activité mentale sur le nystagmus
calorique. Acta Oto-Rhino-Laryngologica
Belgica 24 , 409 - 417 (1970).
8. COLLINS, W. E.:
Effects of mental set upon vestibular
nystagmus. J. exp. Psychol. 63 , 191 - 197 (1962).
9. COLLINS, W. E., CRAMPTON, G. H., POSNER, J. B.:
Effects of mental activity on vestibular
nystagmus and the electronystagmogram.
Nature 190 , 194 (1961).
10. COLLINS, W. E., GUEDRY, F. E., POSNER, J. B.:
Control of caloric nystagmus by manipulating
arousal and visual fixation.
Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 71 , 187 (1962).
11. COLLINS, W. E., SCHROEDER, D. J., ELAM, G. W.:
Effects of d-amphetamine and of secobarbital
on optokinetic and rotation-induced nystagmus.
Aviat. Space Environ Med 46 (4), 357 - 364
(1975).
12. DECHER, H.:
Zur Technik nystagmographischer Untersuchungen.
Z. Laryng. Rhinol. 43 , 757 (1964).
13. DOHLMANN, G.:
Physikalische und physiologische Studien zur
Theorie des kalorischen Nystagmus.
Acta Oto-Lar. 5 , 1 - 196 (1925).

14. ECKEL, W., KUIPERS, G., WENDT, D.:
Elektronystagmographische Untersuchungen zur
tageszeitlichen und durch verschiedene Be-
wußtseinsgrade bedingten Variabilität des
experimentellen Nystagmus.
Arch. Ohr-Nas.- u. Kehlkopf-Heilkunde
181 , 175 (1963).
15. FRENZEL, H.: "Nystagmusbeobachtung mit einer
Leuchtbrille". Klin. Mschr. 4 , 138 (1925).
16. FRENZEL, H.: Spontan- und Provokationsnystag-
mus als Krankheitssymptom. Göttingen 1955.
17. GILLINGHAM, K. K.:
Mental arithmetic during electronystagmo-
graphic testing.
Ann. Otol. Rhinol.- Laryng. 78 , 575 - 586
(1969).
18. HENRIKSSON, N. G.:
The correlation between the speed of the eye
in the slow phase and vestibular stimulus.
Acta Oto-Lar., 45, 120 - 136 (1955).
19. HENRIKSSON, N. G., PFALTZ, C. R., TOROK, N.,
RUBIN, W.:
A synopsis of the vestibular system.
An effort to standardize vestibular conceptions,
tests, and their evaluation. Sandoz Monographs
(1972).

20. HOFFERBERTH, B., MOSER, M.:
Die Aufrechterhaltung eines gleichmäßigen
Vigilanzniveaus bei der Elektronystagmo-
graphie. Laryng.-Rhinol. 60, 255 - 258
(1981).
21. JONGKEES, L. B. W., MAAS, J. P. M.,
PHILIPSZON, A. L.:
Clinical nystagmography. A detailed study of
the electronystagmographie in 341 patients with
vertigo. Pract. otol.-rhino-laryng. 24, 65 - 93
(1962).
22. KIRSTEIN, R., SCHÖPFER, H.:
Störungen durch Augenlidschluß bei der Elektro-
nystagmographie. Arch. Ohrenheilk. 168, 215 (1956).
23. KNAPP, E.:
Kommt Spontannystagmus bei Gesunden vor?
HNO 2, 17 (1954).
24. KÖMPF, D. NEUNDÖRFER, B. WOLPERT, E., und
Mitarbeiter:
Vigilanzniveau und Spontannystagmus.
ENG-Untersuchung über den Einfluß der Vigilanz
auf den vestibulären Spontannystagmus.
EEG - EMG 11, 84 - 88 (1980).
25. KORNHUBER, H. H.:
Physiologie und Klinik des zentralvestibulären
Systems. In: Berendes, J., Link R., Zöllner, F.;
Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Band III, 3, 2150 - 2351,
Thieme, Stuttgart (1966).

26. KORNHUBER, H. H.:
Physiologie und Klinik des vestibulären Systems.
Arch. klin. exp. Ohr- Nas.- u. Kehlk.- Heilk.
194, 111 (1969).
27. KORNHUBER, H. H.:
Nystagmus und related phenomena in man: an
outline of otoneurology. In : Handbook of
Sensory Physiology (Hrsg. v. Kornhuber, H. H.)
Band IV/2, 193 - 232, Springer, Berlin (1974).
28. MAHONEY, JL, HARLAN WL, BICKFORD RG:
Visual and other factors influencing caloric
nystagmus in normal subjects.
Arch. otolaryng. 66 , 46 - 53 (1957).
29. MEGIGHIAN, D., WALDECKER, G.:
Über die Beeinflussung des vestibulären Nystagmus
durch physiologische Interferenzfaktoren.
Arch. Ohr-, Nas.- u. Kehlk. 179, 207 (1961).
30. MINNINGERODE, B., GROHMANN, R., VONTIN, H.:
Elektronystagmographische Untersuchungen zum
Verhalten der Labyrinthfunktion gesunder Ver-
suchspersonen verschiedenen Lebensalters.
Pract. oto-rhino-laryngo. 29, 153 - 165 (1967)
31. MINNINGERODE, B.:
Kritisches zur Standardisierung quantitativer
Vestibularisprüfungen unter besonderer Berück-
sichtigung des Frequenznystagmogrammes.
Z. Laryng. Rhinol. 53, 837 (1974).

32. MULCH, G., BONNER, C.:
The effect of eye closure upon the pathological vestibular spontaneous nystagmus.
Acta otolaryng. 81 , 376 - 385 (1976).
33. MULCH, G., DENK, R.:
"Möglichkeiten und Grenzen der Nystagmuserkennung mittels der Frenzel'schen Leuchtbrille".
In Vorbereitung.
34. MULCH, G., LEONARDY, B.:
Zur Tauglichkeit absoluter Normwerte bei der Beurteilung der thermischen Vestibularisprüfung. Ergebnisse elektronystagmographischer Untersuchungen mit kritischen Anmerkungen zum Frequenznystagmogramm (Schmetterlingsschema).
Laryng. Rhinol. 53, 376 - 383 (1977).
35. MULCH, G., LEWITZKI, W.:
Spontaneous and positional nystagmus in Healthy Persons demonstrated only by Elektronystagmography: Physiological spontaneous nystagmus or "Functional Scar?".
36. MULCH, G., LEONARDY, B., PETERMANN, W.:
Normalwerte der thermischen Labyrinthreaktion. Ergebnisse elektronystagmographischer Untersuchungen an 202 Gesunden.
Laryng. Rhinol. 57, 528 - 540 (1978).
37. MULCH, G., PETERMANN, W.:
"The influence of age on results of vestibular function tests".
Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 88, suppl. 56,
1 - 17 (1979).

38. MULCH, G., PÖTZSCH, D.:
"Zur Korrelation von vestibulärem Nystagmus, Bulbus-
stellung bei Lidschluß und Vigilanzniveau".
In Vorbereitung.
39. MULCH, G., SCHERER, H.:
Methodik der thermischen Prüfung, Vorschläge für
eine Standardisierung. Vortrag auf der Tagung der
Arbeitsgemeinschaft Deutscher Audiologen und
Neurologen, München (1979).
40. MULCH, G., TRINCKER, U.:
Physiologischer Spontan- und Lagenystagmus. Elektro-
nystagmographische Untersuchungen zu seiner Art,
Häufigkeit und Intensität.
Laryng. Rhinol. 54, 841 - 853 (1975).
41. ORMEROD, F. C.:
The variations in nystagmoid response to stimulation
caused by a number of physical, mental and chemical
factors.
Acta Oto-Laryng. 57, 401 - 404 (1964).
42. SMITH, J. D., MC CABE, B. F., ULRICH, R.F.:
An unusual Form of Alerting Mechanism in
Elektronystagmography.
Ann Otol., Rhinol. Laryng. 82, 49 (1973).
43. SOKOLOVSKI, A.:
The influence of mental activity and visual
fixation upon caloric-induced nystagmus in
normal subjects.
Acta otolaryng. 61, 209 - 220 (1966).

44. SOYKA, D.:
Zur Variabilität des experimentellen Nystagmus bei
Verlaufsuntersuchungen gesunder Probanden und dem
Einfluß von Schlafentzug.
Z. EEG - EMG 1, 158 - 163 (1970).
45. STRAUSS, P., MEYER ZUM GOTTESBERGE, A.:
The effects of mental activity on thermally
induced nystagmus under changed test conditions
In : Hood, J. D. (Herausgeber):
Vestibular mechanism in health and disease
VI. Extraordinary meeting of the Barany Society.
Academic Press London-New-York-San Francisco (1978).
46. TIBBLING, L.:
The rotatory nystagmus response in children.
Acta otolaryng. 68, 459 - 467 (1969).
47. TJERNSTRÖM, Ö.:
Nystagmus inhibition as an effect of eye-closure.
Acta otolaryng. 75, 408 - 418 (1973).
48. TOROK, N.:
The effects of arousal upon vestibular nystagmus.
Adv. Otorhinolaryng. 17, 76 - 89 (1970).
49. TRINCKER, D.:
Physiologie des Gleichgewichtsorgans.
In: Hals-Nasen-Ohrenheilkunde.
Ein kurzgefaßtes Handbuch.
(Hrsg. v. Berendes, Link, Zöllner).
Thieme, Stuttgart 1965.
50. YOUNGERMAN, W. M.:
Kommt Spontannystagmus bei Gesunden vor?
Arch. Ohr-Nas.- u. Kehlk.-Heilkunde 136, 314 (1933).

9. DANKSAGUNG

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. D. Zühlke, der die Durchführung dieser Arbeit durch die freundliche Überlassung des Themas und die Bereitstellung der technischen Einrichtungen seiner Klinik ermöglichte.

Herrn Professor Dr. G. Mulch möchte ich meinen herzlichsten Dank aussprechen für die großzügige Hilfestellung bei der Anfertigung dieser Arbeit.

Herrn Professor Dr. G. Fuchs danke ich für die Beratung bei der statistischen Auswertung der Ergebnisse.

10. LEBENSLAUF:

- 06.08.1951 Geburt als 2. Kind des Musikers Franz Nickl und dessen Ehefrau Margarethe Nickl, geb. Knappek in Berlin.
- 1958 - 1962 Schulzeit in der Barnim-Schule in Berlin-Friedenau.
- 1962 - 1971 Gymnasialzeit in der Katholischen ST. Franziskus-Schule in Berlin-Schöneberg.
(Reifeprüfung 14.01.1971).
- 1971 - 1977 Studium der Humanmedizin an der Freien Universität Berlin (Ärztliche Prüfung am 28.02.1977).
- 1977 - 1978 Medizinalassistentenzeit in der Inneren Abt. des Städt. Krankenhauses Moabit in Berlin, in der Chirurg. Abt. des Urban-Krankenhauses in Berlin-Kreuzberg und in der Poliklinik für Stimm- und Sprachkranke des Klinikums Steglitz der FU Berlin.
- Seit Feb. 79 Assistenzärztin in der HNO-Klinik des Klinikum Steglitz der FUB.
- 17.07.1981 Eheschließung mit dem Assistenzarzt Dr. med. Günter Leimig.

